

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-094890

(43)Date of publication of application : 26.03.1992

(51)Int.Cl.

B23K 35/30

B23K 10/02

B23K 35/32

C22C 38/00

C22C 38/58

(21)Application number : 02-210329

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 10.08.1990

(72)Inventor : USAMI KENICHI

TAKAYASU HIROSHI

SATO KOJI

FUKUI HIROSHI

SATO JOSHIRO

KIKUCHI KEIZO

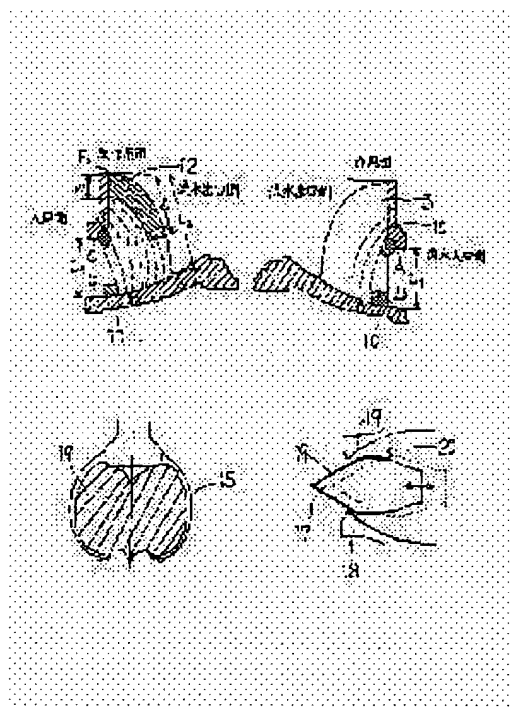
HIRAGA MAKOTO

(54) EROSION RESISTANT COATING MATERIAL AND METHOD FOR FORMING THIS

(57)Abstract:

PURPOSE: To restrain cavitation and erosion and to prevent erosion in apparatus by forming a build-up layer of solidified structure construction crystallizing complex carbide of Cr carbide or chromium as the essential substance in a net-work state in the matrix of alloy on the surface.

CONSTITUTION: The build-up layer having the solidified structure construction precipitating and crystallizing the complex carbide of Cr carbide or chromium as the essential substance as the net-work in the welded build-up layer on the surface of the metal basis composed of alloy containing at least one kind of Fe and Ni as the essential component and 15-30wt.% Cr, is formed on the surface of apparatus member. For this purpose, wear caused by cavitation, soil and sand, etc., and erosion caused by water drop are restrained



and therefore, erosion in the apparatus is prevented and reduction of driving efficiency can be decreased and large effect to improvement of the service life, is obtd.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

DERWENT-ACC-NO: 1992-156180

DERWENT-WEEK: 199219

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Wear-resistant coating for metals - comprises alloy of iron@ and/or nickel@ and chromium@

PATENT-ASSIGNEE: HITACHI LTD[HITA]

PRIORITY-DATA: 1990JP-0210329 (August 10, 1990)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 04094890 A	March 26, 1992	N/A	022	N/A

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 04094890A	N/A	1990JP-0210329	August 10, 1990

INT-CL (IPC): B23K035/30, C22C010/02 , C22C038/00

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 04094890A

BASIC-ABSTRACT:

The padding layer on a metallic body consists of an alloy contg. Fe and/or Ni 15-30 wt.% of Cr. The matrix of the alloy deposits network composite carbide consisting mainly of chromium carbide and the alloy has Vickers hardness of 500 or lower. The padding layer is pref. formed by plasma arc welding of the mixed powder of a metal carbide (having particle size S) and of austenitic stainless steel or Ni alloy (having particle size M of 10-200 microns) so that S/M is upto 1 to give a thickness of 5mm or less.

USE/ADVANTAGE - The powder melting padding on the main body protects against wear caused by powder, sand and water, oil, droplets, steam, slurry, cavitation, impact or grinding.

In an example, metal powder having the compsn. (by wt.) 0.096% C, 0.53% Si, 9.22% Mn, 19.81% Cr, 4.12% Ni, 1.50% Mo, 6.42% Co, 0.17% N wt. and balance Fe, and 10 vol.% Si (average particle size of 149 microns) on the metal powder, was padded on austenitic stainless steel to 3mm thickness. The padding layer deposited composite carbide mainly consisting of Cr in a network pattern. The padded sample was subjected to a magnetostrictive cavitation tester at 6.5 KHz, 120 microns amplitude and 25 deg.C, in tap water for 2 hrs. The wt. loss was only approx. 0.2×10^{-3} cm².

⑫ 公開特許公報(A) 平4-94890

⑬ Int. Cl.⁸B 23 K 35/30
10/02
35/30

識別記号

3 4 0 C
5 0 1 A
3 4 0 L

庁内整理番号

7217-4E
7356-4E
7217-4E※

⑭ 公開 平成4年(1992)3月26日

審査請求 未請求 請求項の数 10 (全 22 頁)

⑮ 発明の名称 耐エロージョン性被覆材とその形成方法

⑯ 特 願 平2-210329

⑰ 出 願 平2(1990)8月10日

⑱ 発 明 者 宇 佐 美 賢 一 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑲ 発 明 者 高 安 博 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑳ 発 明 者 佐 藤 晃 二 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

㉑ 発 明 者 福 井 寛 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉓ 代 理 人 弁理士 中 本 宏 外1名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

耐エロージョン性被覆材とその形成方法

2. 特許請求の範囲

1. Fe、Niの少なくとも1種を主成分とし、Crを重量%で15～30%を含む合金からなる金属基体の表面の溶接肉盛層である被覆材において、該合金のマトリックス中に、クロム炭化物又はクロムを主体とする複合炭化物が網目状に晶出した金属組織を有し、ビッカース硬度(Hv)500以下である耐エロージョン性被覆材。

2. Fe、Niの少なくとも1種を主成分とし、Crを重量%で15～30%を含む合金からなる金属基体の表面の溶接肉盛層である被覆材において、該合金のマトリックス中に、クロム炭化物又はクロムを主体とする複合炭化物が網目状に晶出した金属組織を有し、珪素を3～10重量%含有することを特徴とする耐エロージョン性被覆材。

3. 前記被覆材は、オーステナイト系ステンレス鋼あるいはニッケル基合金粉末と金属炭化物粉末との混合粉末を溶接して得られた層であり、晶出炭化物は、オーステナイト系ステンレス鋼あるいはニッケル基合金を構成している合金元素による新相として生成したものである請求項1記載の耐エロージョン性被覆材。

4. 前記金属炭化物は、晶出させるクロム炭化物より炭化物の標準生成自由エネルギーが高いSiC、Fe₃C、Ni₃C、Co₂CあるいはB₄Cから選ばれた1種以上で、かつ前記溶接肉盛層中に1～50容量%含まれる請求項3記載の耐エロージョン性被覆材。

5. 前記オーステナイト系ステンレス鋼あるいはニッケル基合金粉末は、重量%でC:0.15%以下、Si:0.2～1.0%、Mn:15%以下、Ni:50%以下及びCr:15～30%を含み、又はこれにCo:20%以下、Mo:5%以下、Nb:5%以下、Cu:5%以下、Ti:5%以下、

- W : 5 % 以下、V : 5 % 以下、Al : 5 % 以下、
N : 0.3 % 以下及び B : 0.01 % 以下の少なく
とも 1 つを含有し、残部が Fe 及び同伴する
不可避の不純物からなる請求項 3 記載の耐エ
ロージョン性被覆材。
6. 重量 % で C : 0.15 % 以下、Si : 0.2 ~
1.0 %、Mn : 15 % 以下、Ni : 50 % 以下、
Cr : 15 ~ 30 % 及び残り Fe である合金粉末
と、5 ~ 15 重量 % の SiC 粉末とからなる耐
エロージョン性溶接材。
7. 前記溶接肉盛層は、金属炭化物の粉末粒径
(S) とオーステナイト系ステンレス鋼ある
いはニッケル基合金の粉末粒径 (M) が、そ
れぞれ 10 ~ 200 μm の範囲でかつ粒径比
S/M が 1 以下で構成された混合粉末をプラ
ズマアーク溶接で機器部材表面に積層し、少
なくともその厚さが 5 mm 以下となるように形
成する請求項 1 ~ 5 記載の耐エロージョン性
被覆材の形成方法。
8. 前記オーステナイト系ステンレス鋼あるい

はニッケル基合金の粉末粒径は 10 ~ 200
 μm である請求項 7 記載の耐エロージョン性
被覆材の形成方法。

9. 請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項記載の耐エロ
ージョン性被覆材を、固体と液体あるいは気
体との混相流に接する流体機器部材表面に形
成したことを特徴とする流体機器部材。
10. 請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項記載の耐エロ
ージョン性被覆材を、水力機械としての水車
ランナブレード、バケット、ライナ、ガイド
ベーン、ノズル、ニードル又はシール、蒸気
タービンのブレード又はノズル、石炭、砂又
は泥水のスラリー輸送用ポンプのインペラ、
ライナ、配管又はバルブ、石炭粉砕機、石炭
だきボイラの再熱器、加熱器又は通風器、圧
延用ロール、船舶用スクリュウ、産業機械又
は建設機械のショベル、バケットシェル、テ
ィースチップ、掘削刃、打撃刃、ブルドーザ
のローラ、排土板、爪、油圧機器及びその他、
粉体、土砂水、水滴、油、蒸気、スラリー、水

溶液、キャビテーションによる衝突、衝撃、
切削や引っ掻き作用によりエロージョン損傷
を受ける機器部材表面の一部及び全面に、Cr
を重量 % で 15 ~ 30 % を含むオーステナイ
ト系ステンレス鋼あるいはニッケル基合金粉
末と金属炭化物の少なくとも SiC 粉末との混
合粉末をプラズマアークによって熔融し、被
溶接部分に供給し、その熔融プールを作りな
がら所望の厚さに形成したことを特徴とする
各種機器部材。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、耐エロージョン性被覆材に係り、
特に粉体、土砂水、油、水滴、蒸気、スラリー、
キャビテーションの衝突、衝撃、切削作用によ
り損傷される機器部材表面に粉体溶融による溶
接肉盛層を形成し、その損傷を防止する耐エロ
ージョン性被覆材に関する。

(従来の技術)

液体、気体、固体及びこれらの混相流を取扱

う機器はこれらの媒体流動による衝突、衝撃、
切削や引っかき作用によってエロージョン損傷
をうける。その損傷部位は媒体と接する局部的
及び全面にわたる。このようなエロージョン損
傷をうける機器及び部位を取扱う媒体別に分類
すると下記ようになる。

液体：蒸気タービンの羽根、飛行機の翼、石油
燃焼装置、熱交換器伝熱管、曲り管等

気体-液体：水力タービン、バルブ、ポンプ、
船の翼、ベンチュリー管等

気体-固体：粉粒体の空気輸送管、各種葉巻機、
航空機のタービンの羽根、微粉炭及び炭
動床ボイラ、石炭ガス化装置等

液体-固体：スラリー輸送管、サンドポンプ、ス
ラリーポンプ、石炭転換プロセスの各装置、
機器等

固体：サンドブラストのノズル、ジョットブラ
ストのインペラとライナ、ホッパ、空気
輸送装置のブロータンの排出管、ベン
ド部等

これら機器及び部材のエロージョン防止対策としては、構造の変更及び耐エロージョン性材料の適用による方法がとられている。特に材料についてみると、エロージョン損傷を防止する材料技術としては、材料の硬度向上が最も一般的なものである。そのため、超硬合金やセラミックス等が使用されるようになってきた。しかし、このような高硬度材料を適用する場合、それ自身で構造部材として供給できる可能性は小さい。そのため、構造基材と接合し、エロージョンを防止する方法として適用される傾向が強い。超硬合金の接合は、基材とのロー付、及びそれ自身を基材上に肉盛溶接する方法がとられる。また、セラミックスは現状では大形一体物としての供給がむずかしいため、小片を基材上に貼合せる方法、小径管のものであれば鋼管内外への合せ管として適用化を図っている。

しかしながら、大型構造物への適用を考慮すると、超硬合金では施工性、特に肉盛溶接による割れ等の問題があり、さらにセラミックスの

適用は施工上むずかしい。特に問題になるのは回転機器への適用であり、このような合金やセラミックス構造物は非常に困難となる。

このような回転体として、特にエロージョン損傷が問題となる機器としては、水力機器としての水車のランナやバケット、蒸気タービンのブレード、船のスクリュー、スラリーやサンドポンプのインペラ等がある。

特に、水力発電機器用水車ランナ、ガイドベーン、ステーパー、バケット、ノズル等の流水接触部材はその河川水中に含まれる土砂によって、土砂摩耗による損傷、並びにその部材の形状や流速などの関係によりキャビテーションの衝撃によるキャビテーション損傷をうける。

このキャビテーション損傷に対しては、古くから流水接触部の母材表面に耐キャビテーション・エロージョン性の優れたステンレス鋼系材料を肉盛し、損傷を抑制しようとする金属肉盛溶接材料が開発されてきた。これらの溶接材料の組成は、特開昭57-152447号公報、

7

特開昭57-158894号公報、特開昭57-198593号公報に開示され、ステンレス鋼系材料が用いられてきた。そのキャビテーションによる損傷を抑制する金属材料としては、高強度かつ高硬度（ビッカース硬さ：350～450）のものか、衝撃圧力を利用して流水表面層の加工硬化が期待されるオーステナイト系の肉盛溶接材料である。

しかし、土砂摩耗に関しては、国内はもちろん特に土砂を多量に含んでいる河川水を利用する中華人民共和国やインド等の水車構成部材の損傷が問題となっている。これは、水車の構成部材より硬度が高い土砂（主成分は SiO_2 と Al_2O_3 ）による切削作用等により侵食されるためである。従って、耐キャビテーション性材料でも必ずしも耐土砂摩耗が良いとは限らない。これは損傷機構が異なるためである。

一方、蒸気タービンのエロージョンが特に問題となるのは高圧第1段ノズル、再熱第1段ノズルと動翼、主蒸気止め弁である。この侵食は

8

ボイラーの過熱器、再熱器より排出される酸化スケール（ Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 ）が影響するためである。そのためこれらを防止するためには、副処理やCrバック処理等の表面処理材が良いとされている。また、低圧最終段動翼は湿り蒸気中の水滴によりエロージョンを受ける。これらの防止策としては、水滴が衝突する動翼背側前縁部の焼入硬化処理やCoベース材料、銀ロー付等による貼付や肉盛法がとられている。しかしながら、原子力タービンはCoの低減化が図られており、新しい材料の開発が望まれている。

一方、このようなキャビテーションや水滴の衝突によるエロージョン並びに土砂、スケールあるいは粉体による切削作用的な摩耗を防止するための施工法としては、各種の方法がある。しかし、特に回転物への適用は基材との接合強度が必要であることから、主に溶接肉盛法がとられている。この方法には被覆アーク溶接、TIG溶接、粉体プラズマ溶接、エレクトロスラグ溶接等があり、それぞれ特徴をもっている。

これらの溶接においては最近、複合肉盛溶接材料が研究開発されている。その1つの被覆アーク溶接肉盛用材料としてCo基超耐熱合金粉末とセラミックス粉末との混合粉末により基材表面に肉盛層を設ける技術が特開昭62-134193号公報に示されている。さらに、このような粉末を利用したプラズマアーク肉盛溶接材料による研究が公表されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

従来の金属溶接材料は、前節に示した例としての水車材料で述べたように、キャビテーション、エロージョンと土砂による摩耗とはその損傷機構が異なることにより、必ずしも同一材料で相方のエロージョンを防止できない。即ち、前者は高速水中で発生したキャビティが材料表面で衝突、崩壊するときの衝撃圧により侵食するもので、後者は主として土砂による切削作用により侵食する現象である。そのため、単に硬さを高めるのみでは有効でない。その例として、セラミックスがある。

1 1

た場合、耐キャビテーション性と耐土砂摩耗性の両方を付与するためには、硬さのみを向上するのではなく、マトリックス中に網目上に析出物を現出させることが有効であることが判明した。

本発明の目的は、特に、液体と固体及び気体との混相流中で使用され、この混相流体と接触する機器基材上にキャビティの衝撃、崩壊によるキャビテーション損傷と、固体による引っかき及び切削作用等による摩耗損傷を同時に抑制し、かつ施工性の容易な耐エロージョン性肉盛層を設けた被覆材とその形成方法を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、本発明では、Fe、Niの少なくとも1種を主成分とし、Crを重量%で15～30%を含む合金からなる金属基体の表面の溶接肉盛層である被覆材において、該合金のマトリックス中に、クロム炭化物又はクロムを主体とする複合炭化物が網目状に晶出した

これらは、硬さが高いため耐土砂摩耗性は非常に優れているが、耐キャビテーション性はそれ程優れていない。すなわち、切削的作用には強いが、衝撃的作用には弱いことを物語っている。そのため、土砂や粉体による摩耗、特に、液体-固体による材料の損傷を考慮すると、耐キャビテーション性と土砂や粉体による耐摩耗性の相方を兼ね備えた材料が有望と考える。従って、超硬合金やセラミックス等を構造部材表面に施工しても、必ずしも良い結果を得られず信頼性の点で問題がある。従って、相方の特性を有する材料の開発が重要となった。

そこで、それらの施工法を考慮した結果、被覆アーク溶接棒を用いた肉盛層等は、基材との希釈が大きく、その肉盛量を厚くする必要があり、硬度の高い材料は製造が難しく、溶接割れ感受性が高くなることが判明した。しかし、粉体を利用するプラズマアーク溶接は基材との希釈が少ないため、薄い肉盛量ですむことが明らかとなった。そこで、この溶接法を用い

1 2

金属組織を有し、ビッカース硬度(Hv)500以下である耐エロージョン性被覆材としたものであり、また、本発明では、Fe、Niの少なくとも1種を主成分とし、Crを重量%で15～30%を含む合金からなる金属基体の表面の溶接肉盛層である被覆材において、該合金のマトリックス中に、クロム炭化物又はクロムを主体とする複合炭化物が網目状に晶出した金属組織を有し、珪素を3～10重量%含有することを特徴とする耐エロージョン性被覆材としたものである。

上記の他の目的を達成するために、本発明では、重量%でC:0.15%以下、Si:0.2～1.0%、Mn:15%以下、Ni:50%以下、Cr:15～30%及び残りFeである合金粉末と、5～15重量%のSiC粉末とからなる耐エロージョン性溶接材としたものである。

さらに、本発明では、前記被覆材の形成方法として、前記溶接肉盛層は、金属炭化物の粉末粒径(S)とオーステナイト系ステンレス鋼あ

るいはニッケル基合金の粉末粒径(M)が、それぞれ10～200 μ mの範囲でかつ粒径比S/Mが1以下で構成された混合粉末をプラズマアーク溶接で機器部材表面に被覆し、少なくともその厚さが5 μ m以下となるように形成することとしたものである。

上記溶接肉盛層は、オーステナイト系ステンレス鋼あるいはニッケル基合金の粉末と金属炭化物粉末との混合粉末をプラズマアークによって溶融し、被溶接部分に供給することにより肉盛溶接して得られた層であり、晶出炭化物は、該混合金属炭化物が残存し構成するものではなく、オーステナイト系ステンレス鋼あるいはニッケル基合金を構成している合金元素による新相として生成することの特徴とする。この溶接法は被溶接部分に溶湯のプールを作りながら所望の厚さの肉盛溶接層を形成することの特徴とする。

さらに、金属炭化物は、晶出させるクロム炭化物より炭化物の標準生成自由エネルギーが高

いSiC、Fe₃C、Ni₃C、Co₃CあるいはB₄Cで、かつ前記溶接肉盛層中に1～50容量%含まれることが好ましい。特に炭化物形成傾向(Nb>Ti>V>W>Mo>Cr>Mn>Fe>Ni>Co>Si)が小さく、少なくとも、炭素と解離してマトリックス中に混入し他の元素の炭化物生成を増進するSiを含む炭化物SiCが好ましい。

この晶出、析出される炭化物の含有量は面積率で1～50%が好ましい。特に流水による強い衝撃を受けキャビテーション損傷のみを受ける部分では肉盛溶接層として靱性が高いものが良く、1～20%が好ましい。また、流動媒体中に含まれる固形物等により摩耗が支配する部分では20～50%が好ましい。なお、キャビテーション損傷と固形物等による摩耗の複合的損傷される部分では15～30%が好ましい。肉盛層の硬さとしてはビッカース硬さ(Hv)で300～700特にHvで500以下のものが好ましい。炭化珪素や珪素を含む炭化物の添加量と肉盛溶接層中に含有される析出、晶出炭化物

15

の面積率との関係は、炭化珪素に対し晶出炭化物が10容量%のとき20%、25容量%のとき40%、40容量%のとき60%となる。

この溶接肉盛層の形成に使用した複合粉末は、炭化珪素あるいは珪素を含む炭化物の粉末粒径(S)とオーステナイト系ステンレス鋼あるいはニッケル基合金の粉末粒径(M)が、それぞれ10～200 μ mの範囲で、かつ粒径比S/Mが1以下で、炭化珪素あるいは珪素を含む炭化物が、1～50容量%溶接肉盛層中に含まれることが好ましい。

また、前記オーステナイト系ステンレス鋼あるいはニッケル基合金としてはAISI 304、316、310S、688、690等が使用できる。即ち、本発明は肉盛溶接層中にクロム炭化物あるいはクロムを主体とする複合炭化物を析出、晶出させるため、重量でCr:15～30%を含む合金をベースとする。好ましくは重量%で、C:0.15%以下、Si:0.2～1.0%、Mn:15%以下、Ni:50%以下を含有し、更に、これにMo:5

16

%以下、N:0.3%以下、Co:20%以下、Nb:5%以下、Ti:5%以下、Al:5%以下、B:0.01%以下及びW:5%以下の少なくとも1つを含有し残部がFe及び同伴する不可避免の不純物からなる組成がよい。

一方、本発明はオーステナイト系ステンレス鋼あるいはニッケル基合金と炭化珪素あるいは珪素を含む炭化物粉末を溶融させることにより、珪素と炭素を分解し、合金中に添加することにより、珪素が該炭化物よりも炭化物生成反応の標準エネルギーが高い、特にクロム炭化物及びクロムを主体とする炭化物を析出、晶出するものである。したがって、合金中にこれら炭素及び珪素を高めた合金粉末を単独で溶融し、機器基材上に溶接肉盛層を形成させても同じ効果を示す。すなわち、前記に示したオーステナイト系ステンレス鋼あるいはニッケル基合金の組成に対し、炭素と珪素を高めた合金である。この含有量は重量%でC:0.3～2.0%、Si:3～10%が好ましい。この粉末粒径は10～200

μm が好ましい。

また、前記オーステナイト系ステンレス鋼、ニッケル基合金、炭素と珪素含有量を高めた合金および炭化珪素あるいは珪素を含む炭化物のいずれの粉末形状も、丸形、角形、丸角形又はこれらの混合物が好ましく、かつ、ガス含有量が低いガスアトマイズによる製法によって作られた粉末が好ましい。そして、前記肉盛溶接層はプラズマアーク溶接により形成され、その厚さが 5mm 以下であることが好ましい。

本発明の耐エロージョン性被覆層は、粉体、土砂水、油、水滴、蒸気、スラリ等の雰囲気で使用される機器部材上に適用され、キャビテーション損傷や固形物等による摩耗又はそれらの複合的損傷を抑制するものである。

〔作用〕

次に本発明の耐エロージョン性被覆層の作用について説明する。

クロム炭化物又はクロムを主体とする炭化物を、少なくとも網目状に析出、晶出させた金属

組織を有する溶接肉盛層において、ステンレス鋼やニッケル基合金より密度が小さく、かつ、前記析出、晶出させるクロム炭化物等より、炭化物生成反応の標準エネルギーが高い炭化珪素を選定し、オーステナイト系ステンレス鋼あるいはニッケル基合金粉末と混合し、複合粉末とし、これをプラズマ肉盛溶接により、機器基材上に肉盛溶接層を形成し、その結果として、クロム炭化物あるいはクロムを主体とした複合炭化物が網目状に析出、晶出した凝固組織となる。そのためにオーステナイト系ステンレス鋼あるいはニッケル基合金と炭化珪素の粒径は $10\sim 200\mu\text{m}$ が好適である。これらの粒径を大きくすると未溶解の金属粉末と炭化珪素の粒子が残存する。しかし、金属と炭化珪素粉末の融点炭化珪素の方が高いため、これらの複合粉末を溶接するには、金属粉末より炭化珪素粉末の粒径を小さくしたほうが、プラズマアークによる融解が容易になり、従って前記のように S/M を1以下にすることが好ましい。

19

また、炭素及び珪素を高めたオーステナイト系ステンレス鋼あるいはニッケル基合金粉末のみによる場合の粒径は $10\sim 200\mu\text{m}$ が好適である。この場合は前記に比べ、金属粉末より密度が小さい炭化珪素粉末を混合しないため、溶接施工性は容易である。

さらに、使用する粉末は両者ともに丸形、角形、丸角形及びこれらの混合形であっても良く、通常の粉末冶金技術によって製造されたものでよいが、粒子中のガス含有量を少なくするガスアトマイズ法により製造された粉末が良い。また、実際に機器部材表面に形成された肉盛溶接層は、その肉盛量が多い程良いが、これらの延性、靱性を考慮し、さらに基材との希釈による混合層がほとんど形成されないの、 5mm 以下であれば充分であり、耐キャビテーション性、固形物等による耐摩耗性あるいはこれらの耐複合損傷性性能が発現できる。

なお、粉体、土砂水、水滴等による衝撃及び切削現象を受ける機器部材表面への肉盛施工は、

20

被覆アーク、TIG、MIG溶接等の通常の溶接方法で行うことができる。しかし、本発明のように金属粉末と炭化珪素粉末との複合粉末、または炭素と珪素の含有量を高めた合金粉末をこれらの方法で肉盛溶接するのは比較的むずかしい。従って、粉末同志を混合、あるいは単独で溶接可能なプラズマアーク溶接により効果的に実施できる。

本発明によれば、耐エロージョン性被覆層は、粉体、土砂水、水滴、スラリー等の流動媒体と接触する機器部材表面の少なくとも一部分に $20\text{Cr-4Ni-6Co-1.5Mo-10Mn-0.2N}$ オーステナイト系ステンレス鋼と、ステンレス鋼より融点及び硬度が高い炭化珪素の金属炭化物系セラミックスとの複合粉末を、プラズマアーク溶接により肉盛溶接層を形成する。この肉盛溶接層はオーステナイト系ステンレス鋼のマトリックスにクロムを主体とする複合炭化物が網目状に分布した組織を有し、この組織によりキャビテーション損傷、固形物等による摩耗損傷、及びこれらの

21

—618—

22

複合的損傷を抑制することができ、信頼性の高いシステムを構成することができる。また、前記オーステナイト系ステンレス鋼に炭素及び珪素を添加した $1.2C-3.5Si-20Cr-4Ni-8Co-1.5Mo-10Mn-0.2N$ 粉末での肉盛溶接層も同じ効果を示す。

次に、本発明の主要な構成要件である耐エロージョン性被覆層が適用される機器部材について示す。

第12-A図はフランス型水車の断面図を示し、第12-A図でX方向に見た時のランナ部の斜視図を第12-B図に示す。本水車の動翼であるランナ本体はクラウン1、シュラウド2との間に複数の羽根3が設けられ、ランナコーン4、ガイドベーン5、ステーベン6、ランナライナ7及びシートライナ8で構成されており、ステーベン6を通った土砂を含む流水はガイドベーン5から羽根3に流れ、ランナ羽根に回転エネルギーを与えて下方に落下する。9はバンドを示す。

2 3

して得られる層を形成した。この層は、オーステナイト系ステンレス鋼マトリックスとこのマトリックスに分散して存在する炭化物とを備えた金属組織を有し、耐キャビテーション性、耐土砂摩耗性が優れていることが明らかとなった。

その肉盛溶接層の厚さは5mm以下で多層でもよいが1層形成されるだけで充分効果を発揮でき、好ましくは1~3mmである。なお、本発明における粉末は粉末冶金の技術で通常行われている製造法によって得られるものが使用できる。また、プラズマ肉盛溶接に使用される混合粉末のベース材料に前述のオーステナイト系ステンレス鋼粉末を用いているが、これは溶接性が良かつ耐キャビテーション性が優れており、本発明の耐エロージョン被覆層の金属粉末として供給できるためである。

次に夫々の成分限定理由について述べる。なお、組成は重量%を示す。

金属系粉末について、

Cは強力なオーステナイト生成元素で、オ

この羽根3は、一般に通常の溶解・鍛造によって得られた含Ni13Cr鉄鋼9によって構成されている。しかし、この流水との接触表面には、キャビテーションによる損傷を考え、従来はオーステナイト系ステンレス鋼の肉盛溶接(ステンレス鋼 JISD308、D309Mo等)を施すことによりその防止対策が図られていた。しかしながら、これらの材料は土砂摩耗に因しては必ずしも良い結果を示さないことが判明した。そこで、高硬度を有する肉盛溶接金属材料を検討したが、必ずしも満足すべき摩耗特性が得られないとともに、肉盛部に割れが発生するなど、母材との関連から限界があることが知られた。そこで、種々検討した結果、オーステナイト系肉盛溶接材は溶接割れも少なく、施工性も容易であることに着目し、耐キャビテーション性が JISD308及び D309Moより優れている結果を得た。 $20Cr-4Ni-8Co-1.5Mo-10Mn-0.2N$ オーステナイト系ステンレス鋼の粉末を製造し、この粉末に炭化珪素粉末を混合した混合粉末をプラズマ肉盛溶接

2 4

ーステナイトの安定化及び基地の強化に寄与している。炭化珪素等との複合粉末として供給する場合のオーステナイト系ステンレス鋼及びニッケル基合金粉末は特殊な溶解法により極力少なくするのでなく、通常のAISI 304等に規定されている範囲、すなわち0.03~0.15%の範囲が好適である。一方、炭素と珪素含有量を増し、金属粉末のみによって本発明を達成させる場合は、0.25%以下では効果がなく、あまり多くすると遊離Cが遊離する組織を示したり、溶接割れ感受性を増大するため、Cは0.3~2.0%の範囲が好適である。

Siは鋼材の溶製時に脱酸のために加えるもので、0.2%未満ではこの脱酸効果が不十分である。しかし、粉末を製造する場合の含有量は通常添加されている程度で良く、その範囲は0.2~1.0%が好適である。一方、炭化珪素等の複合粉末による方法ではなく、炭素と珪素量を増した金属粉末のみによって行う場合、Cと同様、本目的を達成させる主要成分となる。そのため

2 5

—619—

2 6



には、脱酸効果を与える程度の範囲では効果がない。多く添加すると他の耐食性を向上させる効果を示すが、より多量に添加すると凝固粒界等の脆化を起こすとともに、晶出、析出させるクロム炭化物等の生成効果に変化しなくなるため、Siは3～10%の範囲が好適である。

Mnは通常の鋼材の脱酸脱硫のために2%以下が添加される。この元素はN固溶量増加に寄与するとともに、Ni及びCoとオーステナイト組成を安定化させ、さらにオーステナイト基地を軟化させるが、加工硬化性を増大させるので耐キヤビテーション性を顕著に高める。さらに、Mn添加量を増すと切削抵抗を増す効果を示すため、固形物等による耐摩耗性が付与される。この加工硬化性を得るためには、Ni等との成分バランスにもよるが7%以上必要である。しかし、Mnを過剰に添加すると湯流れ性を悪くし、溶接時のヒュームの増加を招き、溶接作業性を低下する。そのため、本発明による範囲は加工硬化性、耐摩耗性を考慮し、Mn量の上限を15%とした。

27

耐キヤビテーション性を低下させる。本発明の耐キヤビテーション性、耐摩耗性を付与する添加量は15～30%がよく、特に17～25%が好適である。

CoはMn及びNiと共にオーステナイトを適度に安定化させ、特に耐土砂摩耗性、耐キヤビテーション・エロージョン性を向上するので12%以下含有させるのが好ましい。10%を超えると基地の強化が進み延性及び靱性を低下させる。特にCoは6～10%の範囲が耐土砂摩耗性に好適であるが、耐キヤビテーション性との関係から10%と限定した。

Moは基地を強化する他、耐食性を改善し、耐土砂摩耗性、耐キヤビテーション・エロージョン性改善に効果がある。しかし、5%を超えるとδフェライト生成量を増し、靱性を低下する。したがってMoは5%以下の範囲が好適である。

NはCとあいまってオーステナイトを安定化させ、特に低C鋼ではオーステナイト生成のために不可欠な元素である。また、耐土砂摩耗性

Niはオーステナイト生成元素であり、Mn及びCoとあいまってオーステナイトを安定化させ、延性及び靱性を向上する。そのため、溶接肉盛層に延性、靱性を付与するためには不可欠の元素である。

しかし、溶接用オーステナイト系ステンレス鋼線材にはNiが20～22.5%、耐食耐熱合金板や高温高強度合金として、本発明に必要なCr量を含有しているニッケル合金は最大40～45%を含んでいる。そのため、本発明では、Cr量との関係、C、Mn、Co等とのバランスを考え最大量を40%とした。

Crは、オーステナイト系ステンレス鋼やニッケル基合金に含まれなければならない元素である。この元素は水中や高温における耐食性向上、本発明におけるクロム炭化物等を析出、晶出させる重要元素である。その量が15%以下では析出物が網目状にならず、耐キヤビテーション性は向上しても耐摩耗性に劣る。30%以上になると網目状に析出して基地がもろくなり、

28

等の改善にも効果があるが、過剰に添加すると窒化物を形成して靱性を害するため、Nを0.3%以下にすることが好適である。より好ましくは0.05～0.2%である。

Cuはオーステナイト地に固溶し、基地を強化し、土砂摩耗性、耐キヤビテーション性を向上させる。しかし、あまり添加量を増すと溶接による割れを増長するためその範囲は0.1～5%が好ましい。

Nb、Ti、W、Vは結晶粒微細化や炭化物形成元素であり、この系の炭化物セラミックスを用いない場合は、分解溶融したCと反応し、炭化物を形成し延性や靱性を向上させる。しかしあまり添加すると溶接性を低下するため、0.1～5%の範囲が好ましい。

Alは耐食性特に高温での耐酸化性を向上するのに有効であるが、あまり多量に添加すると酸化物を形成し、粉体によるプラズマ溶接性をそこなうため3%以下が好ましい。

残部はFe及び同伴する不純物からなり、不純

物としてP、SおよびそのためAs、Sbなどがあるが、これらの元素は、延性、靱性を害するとともに溶接性を低下させるため極力少ない方が望ましい。

金属炭化物系セラミックスについて、

炭化物系セラミックスのSiC粉末をステンレス鋼粉末に混合し、この混合粉末から肉盛溶接層を作ることにより、オーステナイト系ステンレス鋼およびニッケル基合金マトリックスにクロム炭化物及びクロムを主体とした炭化物が晶出した金属組織が得られ、これにより、キャビテーション、固形物等による摩耗及びこれらの複合損傷を抑制するものである。これらの耐損傷性は炭化物系セラミックスをステンレス鋼及びNi基合金に対し1容積%を混合しないとその効果は発揮されない。しかし、オーステナイト系ステンレス鋼に対しては40容積%以上添加すると、このステンレス鋼においては、割れ感受性が高くなるため、その混合量はステンレス鋼粉末量に対し1~40容積%が良い。一方、ニ

ッケル基合金粉末に対しては、オーステナイト生成元素であるニッケル量が増加するためその混合量は50容積%まで添加できる。

なお、本発明において、SiCを選んだのは結晶構造がステンレス鋼と同様に立方晶系であること、回転部においては、その遠心力による応力を緩和するということを考慮し、ステンレス鋼に比べ密度が低いこと、さらに、SiCは炭化物生成反応の標準エネルギーが高く、SiとCを分離させることによりSiが他の元素の炭化物生成を増進させ、網目状に析出、晶出させる効果を見出したためである。この網目状に生成する効果はCr炭化物において発揮されるためである。

一方、これらの肉盛層は、その表面にショットピーニング処理等により圧縮残留応力を付与することにより、効果的に耐エロージョン性を発揮させることができる。更に、ピーニング等による表面処理のままでは、処理による金属粉等が肉盛層表面に巻き込等で残存するので表面層を除去することにより、さらに効果的に耐損

3 1

傷性を発揮できる。この場合、押付力の大きいエメリー紙等で表面層を切削除去すると切削面には圧縮残留応力が残り、さらに耐損傷性を付与するのに効果的であり、その表面あらさは10 μ m以下とすべきである。

なお、本発明の耐エロージョン性被覆層は、特に水車を考えた場合、河川水中には定常状態で土砂を1%以下含有しているが、蒸気被覆層は重量で10%以下の土砂を含む流水に対して有用である。

固液混相流動媒体中で使用される機器は、少なくとも水車のランナ、ライナやノズル、蒸気タービンブレード、船舶プロペラ、サンドポンプのインペラやライナ、スラリー輸送ポンプや配管及びそれらの媒体を取り扱う部材表面に対し有効である。

一方、本発明の耐エロージョン性被覆層を形成させる母材としては、溶接施工性が良い鋼種であれば施工が容易であるが通常の炭素鋼、低合金鋼、マルテンサイト系ステンレス鋼、オー

3 2

ステナイト系ステンレス鋼の鋳鋼、鍛鋼が好ましい。

【実施例】

以下、本発明を実施例で具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されない。

実施例1

第1表は、表中に示したオーステナイト系ステンレス鋼粉末又はニッケル基合金粉末の成分組成(残りFe)に、SiC粉末(ともに平均粒径149 μ m)を種々の容積比で混合した配合組成を示す。

第 1 表

No.	金 属 粉 末 の 成 分 組 成 (wt%)										金属粉末に對するSiC粉末量 (Vol%)
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Co	Ti	Al	N	
1	0.096	0.53	9.22	19.81	4.12	1.50	6.42	—	—	0.17	—
2	"	"	"	"	"	"	"	"	—	"	1
3	"	"	"	"	"	"	"	"	—	"	5
4	"	"	"	"	"	"	"	"	—	"	10
5	"	"	"	"	"	"	"	"	—	"	25
6	"	"	"	"	"	"	"	"	—	"	40
7	0.08	0.45	1.21	18.75	8.90	—	—	—	—	—	10
8	"	"	"	"	"	—	—	—	—	—	25
9	0.08	0.75	0.99	25.28	19.38	—	—	—	—	—	10
10	"	"	"	"	"	—	—	—	—	—	25
11	0.03	0.85	1.10	18.50	48.51	3.55	19.30	2.52	0.35	—	10
12	"	"	"	"	"	"	"	"	"	—	25

3 5

この混合物を粉体プラズマ肉盛溶接装置により、アーク電流220～250A、アーク電圧32～35V、トーチウィング幅9.4mmで回数15～18サイクル/分、Arガス送給量(ℓ/分)をプラズマ3、キャリア5、シールド15とした溶接条件で3mm一層肉盛をした。

得られた肉盛溶接層は、マトリックス中にクロムを主体とする複合炭化物が網目状に析出、晶出した凝固組織構造を有していた。第2図は前記の第1表のNo.3(第2-A図)とNo.4(第2-B図)を用いた肉盛層の顕微鏡写真(倍率400倍)で、金属組織を示す。SiC粒子は認められなかった。

第1図に、第1表のNo.1のオーステナイト系ステンレス鋼粉末と種々の金属炭化物粉末とを用いた肉盛層のビッカース硬度と添加量の関係を示す。

また、第7図は同じ肉盛層を用いた硬さと摩耗量の関係を示す。同じ硬さでは、SiCが一番摩耗量が少ない。

第18図は、市販のプラズマ肉盛溶接装置の概要断面図である。作動開始時にプラズマガス(Ar)33を導入してW電極(-)31と母材(+)32との間に電流を流すことによりパイロットアークを発生させ、次にシールドガス(Ar)34を流し電極31と被溶接物32との間に電圧を加えプラズマアークを発生させた。そして粉体(パウダー)送給装置から粉体(ステンレス鋼粉末+セラミックス粉末)とキャリアガス(Ar)との混合物35をプラズマアーク36に供給して、プラズマ熱にて粉体を母材32表面に溶融して母材に溶着し肉盛溶接層を作った。

また、比較のために従来の肉盛溶接層を次のようにして施工した。第2表は従来行われている被覆アーク溶接に使用した溶接棒の化学組成を示す。

溶接条件は棒径 4 mm φ、電流 150 A、電圧 23 V、入熱 16 KJ/cm の条件で 3 mm 一層肉盛した。

なお、本発明の肉盛溶接層及び比較材肉盛溶接層の施工において、両溶接とも母材には含 Ni 13Cr 鋼（成分は第 2 表の № 13 と同じ）製で 25 t × 100 mm × 150 mm の寸法の板を供した。溶接後、キヤビテーション試験片（22 φ：損傷面）と水中土砂摩耗試験片（5 t × 20 mm × 50 mm）を採取し、試験表面をエメリー紙 #1200 で仕上げて試験に供した。

実験における耐キヤビテーション性の比較は、磁歪振動式キヤビテーション試験機を用い、周波数 6.5 KHz、振幅 120 μm、試験温度 25 °C の条件下で水道水中 2 時間試験後の減量を密度で除した体積減量（cm³）で評価した。

一方、耐土砂摩耗性は土砂含有水噴流式試験装置により下記条件で試験し評価した。噴流速度 40 m/s、衝突角度 45 deg、土砂は平均粒径 8 μm の Al₂O₃ でその含有量は 30 g/g、

表 2

No	化 学 成 分 (wt%)							備 考
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Co	N
13	0.06	0.27	0.76	12.60	5.32	0.34		
14	0.05	0.48	1.11	18.34	8.93			
15	0.06	0.36	1.85	21.03	10.30			
16	0.05	0.46	1.52	21.45	12.79	2.10		
17	0.05	0.19	1.87	19.29	6.59		bal	13.5
								5N13Cr 鋼
								SUS304
								D308
								0309Mo
								HST25

試験時間は 4 時間とした。試験後の摩耗量は減量を密度で除した体積減量（cm³）で表わした。なお、本装置は水中に土砂含有水が噴射出来る方式を採用したものであり、キヤビテーションを発生することが可能なものである。そこで、次式で表現できるキヤビテーション係数 $K = 0.12$ と $K = 0.6$ で試験した。この条件はキヤビテーションと土砂摩耗の複合損傷を生じさせるものである。

$$K = \frac{P_a - P_v + P_g}{V^2/2g}$$

但し、

V : 平均噴流速度 (m/s)

g : 重力の加速数 (m/s²)

P_a : 大気圧 (mAg)

P_v : 蒸気圧 (mAg)

P_g : 流体圧力 (mAg)

すなわち、 $K = 0.6$ は土砂摩耗のみによって損傷される条件であり、 $K = 0.12$ は土砂摩耗とキヤビテーションが相乗した条件である。

第 3 図はキヤビテーション係数 $K = 0.6$ と 0.12 の条件下で、SiC 含有量と土砂による摩耗量との関係を示し、図中 1～6 は第 1 表の № 1～6 に相当し、曲線 A は $K = 0.6$ 、曲線 B は $K = 0.12$ の場合を表わす。

第 4 図は磁歪振動式キヤビテーション試験機による SiC 添加量とキヤビテーション減量との関係を示す。図中 1～6 は第 1 表の № 1～6 である。SiC の添加量が多くなる程、硬さを向上し、摩耗量及びキヤビテーション減量が減少する傾向を示した。ベース材料（点 1）と比較するとその耐損傷性が非常に向上していることが分る。なお、SiC 40 容量%において、ビッカース硬さ約 700 が得られ、これ以上添加すると硬さを向上するが割れを起こしやすいため、本発明は 40 容量%を限度として示した。

第 5 図及び第 6 図は第 1 表に示す本発明肉盛溶接層と第 2 表に示す比較材肉盛溶接層とをキヤビテーション係数 0.12 の条件下での土砂摩耗試験とキヤビテーション試験した結果を示し、

第1表、第2表のサンプル№を横軸にとり土砂による摩耗量とキャビテーション減量を示す。

本発明肉盛り溶接層№2～12は比較材№1、13～17に比べ摩耗量が著しく小さい。従って本発明肉盛り溶接層はキャビテーションや固形物による損傷が問題となる構成機器部材として十分に効果を果し得ることが明らかである。

また、第19図及び第20図の模式図に示すような水車のガイドベーン5、シートライナ8の5Ni13Cr 鋼の機器部材上に、本発明のSiCの容積40%含有の混合粉末を用い、プラズマ肉盛り溶接によって肉盛り溶接層10を設け、これを550～650℃焼鈍し、その後所定厚さ(1～3mm)に機械加工して被覆層10を形成した。また水車ランナ、カバーライナにも同様に肉盛り溶接層を形成した。この肉盛り溶接層を形成することにより、土砂による摩耗、キャビテーションによる侵食及びこれらの複合損傷を防ぐことができた。

実施例2

第3表はCとSi量を高めたステンレス鋼粒体(粒径149 μ m)の組成を示す。

4 2

4 3

第 3 表

No.	化 学 成 分 (wt%)									
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Co	Ti	Al	N
18	0.20	3.08	9.25	19.72	4.03	1.48	6.40	—	—	0.15
19	0.31	3.15	8.97	19.68	4.15	1.50	6.45	—	—	0.16
20	1.02	3.27	9.02	19.91	4.11	1.52	6.42	—	—	0.15
21	2.03	3.03	9.11	19.89	4.10	1.51	6.53	—	—	0.18
22	3.02	3.11	9.01	19.59	4.12	1.49	6.41	—	—	0.15
23	1.51	2.15	8.89	19.86	4.20	1.45	6.35	—	—	0.17
24	1.49	3.13	9.05	19.89	4.15	1.49	6.59	—	—	0.19
25	1.53	5.23	9.12	19.68	4.05	1.51	6.42	—	—	0.14
26	1.48	7.31	9.11	19.71	4.18	1.50	6.44	—	—	0.15
27	1.56	9.95	9.01	19.73	4.19	1.55	6.46	—	—	0.18
28	1.48	3.45	1.12	18.46	48.18	3.60	18.91	2.48	0.38	—
29	1.52	7.18	1.01	18.15	47.98	3.52	19.15	2.45	0.33	—

この粉体をプラズマ肉盛溶接装置により、アーク電流220～250A、アーク電圧32～35V、トーチウィング幅9.4mmで回数15～16サイクル/分、Arガス送給量(2/分)をプラズマ3、キャリア5、シールド15とした溶接条件で3mm肉盛り、容易に肉盛溶接層を成形した。なお、母材には含Ni13Cr(成分は第2表のNo.13と同じ)鋳鋼(25t×100mm×150mm)を用いた。その結果、実施例1と同様、マトリックスにクロムを主体とする複合炭化物が網目状に析出、晶出した凝固組織構造を有する肉盛溶接層が得られた。

得られた本発明の肉盛溶接層について実施例1と同様にキャビテーション係数 $K=0.12$ でキャビテーションと土砂摩耗の複合損傷を生じさせ、摩耗試験を行った。

第8図はC添加量、第9図はSi添加量と土砂による摩耗量を示す。C及びSiともその添加量を増すほど土砂摩耗量は減少する。C量は0.3%以上、Si量は3%以上で効果が大きくなる。

4 5

(10)に肉盛溶接層10を設けた。第12-B図に示される水車ランナの作用面の裏面(反作用面(R)側)(第13-A図)については、羽根3の両入口端(C、D)の各々を中心として羽根入口長さ(L₁)(約165mm)の1/2～1/5を半径とする扇形範囲に肉盛溶接層11を設け、且つ羽根3の出口外方端(E)(第12-A図と第13-A図に示す)から幅(W)50～150mmで羽根出口長さL₂の1/2～2/3の範囲の長さ(L)の範囲で肉盛溶接層12を設けた。これらの肉盛溶接層は、実施例2の条件と同じ溶接条件を使用し且つ第3表のNo.20の混合粉末を使用して肉盛溶接した層を作り、次にこの層550℃～650℃で焼鈍し、次にこれを厚さ1～3mmに機械加工することにより作った。羽根3の作用面側入口端(A、B)を中心とする扇形部分(10)は土砂を含む流水による摩耗が大きい部分であり、羽根3の反作用面側入口端(C、D)を中心とする扇形部分(11)外方出口端(E)から延在する肉盛

4 7

しかし、Cを2.5%、Siを10%以上とすると硬さがビッカース硬さで $Hv=1000$ 以上を示し、さらに溶接割れ感受性を大きくするため本発明はC量が2.5%、Si量が10%を限度として示した。

第10図と第11図は本発明の肉盛溶接層(第3表のサンプルNo.19～22と24～29と比較材肉盛溶接層(第2表のサンプルNo.13～17、第3表のNo.18とNo.23)の土砂による摩耗量とキャビテーション減量を示す。本発明肉盛溶接層は耐摩耗性及び耐キャビテーション性ともに比較材に比べ耐損傷性が優れていることが明らかである。

実施例3

第12-A図及び第12-B図に示される水車を製作した。第12-A図に示される水車ランナの水と接触する面(作用面P)側(第13-B図)に関し、羽根3の両入口端(A、B)のそれぞれを中心として羽根入口長さ(L₁)(約165mm)の1/2～1/5を半径とした扇形範囲

4 6

溶接層(12)に対応する部分との両者はキャビテーションによる損傷を受け易い部分である。

ガイドベーン及びシートライナは、実施例1に示したものと同一ものを作った。次にこれらの部品を組み立て水車を製作した。

この水車を土砂を含む流水で実際に運転したところ優れた耐摩耗性と耐キャビテーションの両方を示した。

実施例4

第14図に示すベルトン水車を製作した。第14図に示される含有土砂水20を噴射するニードルバルブ17とノズルバルブ18の先端部円周面とその噴射水を受けるバケット15の内周面に、溶接肉盛層19を設けた。第15図と第16図にその状況を示す。これらの肉盛溶接層は、実施例1と同じ溶接条件を使用し且つ第1表のNo.5の混合粉末を使用して肉盛溶接した層を作り、次にこの層を550℃～650℃で焼鈍し、次にこれを厚さ1～3mmに機械加工するように作った。このニードルバルブ17とノ

4 8

ズルバルブ 18 の合せ空間面及びバケット 15 の内面は土砂を含む流水による摩耗が大きい部分である。

この水車を土砂を含む流水で実際に運転したところ優れた耐土砂摩耗性と耐キャビテーション性の両方を示した。

実施例 5

第 17-A 図及び第 17-B 図は蒸気タービン動翼の構造概略図を示す。この低圧タービン最終段の動翼 21 は水滴による浸食を受け易い動翼先端部 22 にステライト板を溶接するか、その先端部をガス炎等により加熱し硬度を向上させるフレームハードニング処理を適用していた。しかし、タービンの大容量化、超翼化により益々水滴によるエロージョンが問題となっている。そこで、第 17-B 図に示すように本発明の実施例 2 の第 3 表に示す № 25 の粉末を実施例 1 に示した溶接条件で肉盛被覆層 23 を設けた動翼を製作しこれを組立てた。溶接肉盛後は 550℃～650℃に再加熱し焼鈍処理を施

し、厚さ 1～3mm に機械加工した。

この動翼を実際に運転したところ優れたエロージョン性が得られた。

〔発明の効果〕

本発明の水車の耐エロージョン性被覆層は粉体、土砂水、水滴、スラリー等によりキャビテーション、固形物による摩耗及びこれらの複合によって損傷される機器部材等を対象とし、オーステナイト系ステンレス鋼あるいはニッケル基合金粉末と SiC 粉末の混合粉末、又は C と Si を高めたオーステナイト系ステンレス鋼あるいはニッケル基合金粉末による肉盛溶接層中に、クロム炭化物又はクロムを主体とする複合炭化物を網目状に析出、晶出させた凝固組織構造を有する肉盛層を機器部材表面に形成させるため、キャビテーション、土砂等による摩耗、水滴によるエロージョンが抑制でき、従って、機器が侵食されるのを防止し、運転効率の低下を軽減でき、かつその寿命向上に大きな効果をあげることが出来た。

49

50

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は、金属炭化物（容量％）と硬さ（HV）の関係を示すグラフ、第 2 図は、肉盛溶接層の断面の金属組織を示す顕微鏡写真、第 3 図は、SiC 添加量と土砂による摩耗量を示すグラフ、第 4 図は、SiC 添加量とキャビテーション減量との関係を示すグラフ、第 5 図は、本発明肉盛溶接層と比較材との土砂による摩耗量を比較したグラフ、第 6 図は、本発明肉盛溶接層と比較材とのキャビテーション減量を比較したグラフ、第 7 図は、各種金属炭化物の添加による硬さと摩耗量の関係を示すグラフ、第 8 図は、C 含有量と土砂による摩耗量の関係を示すグラフ、第 9 図は、Si 含有量と土砂による摩耗量の関係を示すグラフ、第 10 図は本発明肉盛溶接層と比較材との土砂による摩耗量を比較したグラフ、第 11 図は本発明肉盛溶接層と比較材とのキャビテーション減量を比較したグラフ、第 12-A 図は本発明に関する肉盛溶接層が適用されるフランシス水車の主要部を示す断面図、第 12

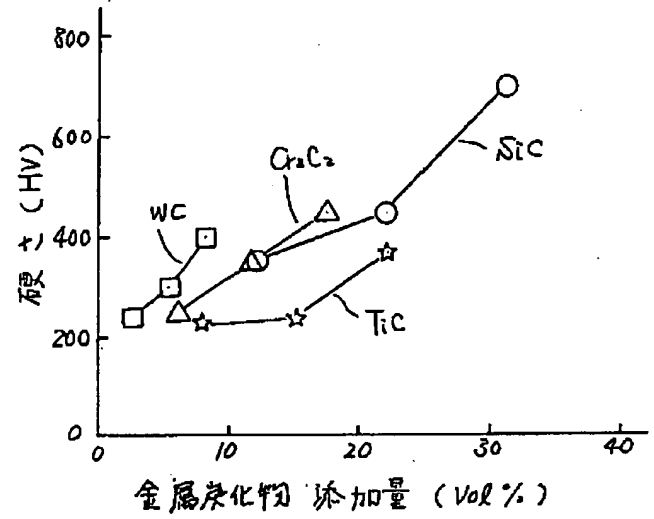
-B 図は第 12-A 図を X 方向から見た斜視図、第 13-A 図及び第 13-B 図は、本発明の実施例のフランシス水車の羽根において被覆層が設けられた個所を示す図、第 14 図は、本発明に関する肉盛溶接層が適用されるペルトン水車の主要部を示す断面図と平面図、第 15 図及び第 16 図は本発明肉盛溶接層を形成したペルトン水車構成機器部材の模式図、第 17-A 図は本発明肉盛溶接層を形成した蒸気タービン動翼の模式図、第 17-B 図は、第 17-A 図の部分拡大図、第 18 図は肉盛溶接層を設ける時に使用したプラズマアーク溶接装置の概略図、第 19 図及び第 20-A 図、第 20-B 図は本発明肉盛溶接層を形成したフランシス水車構成機器部材の模式図である。

1…クラウン、2…シュラウド、3…羽根、4…ランナコーン、5…ガイドベーン、6…ステーパーン、7…ランナライナ、8…シートライナ、10…肉盛溶接層、15…バケット、17…ニードル、18…ノズル、19…肉盛溶接層、

2 1 ... 動翼、2 2 ... 侵食部、2 3 ... 肉盛溶接層

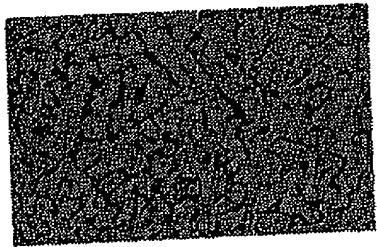
特許出願人 株式会社日立製作所
代理人 中 本 宏
同 井 上 昭

第 1 図

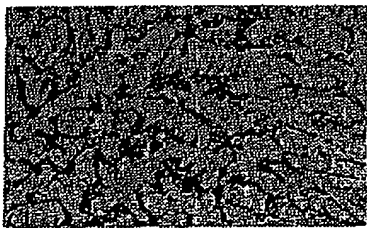


5 3

第2-a図

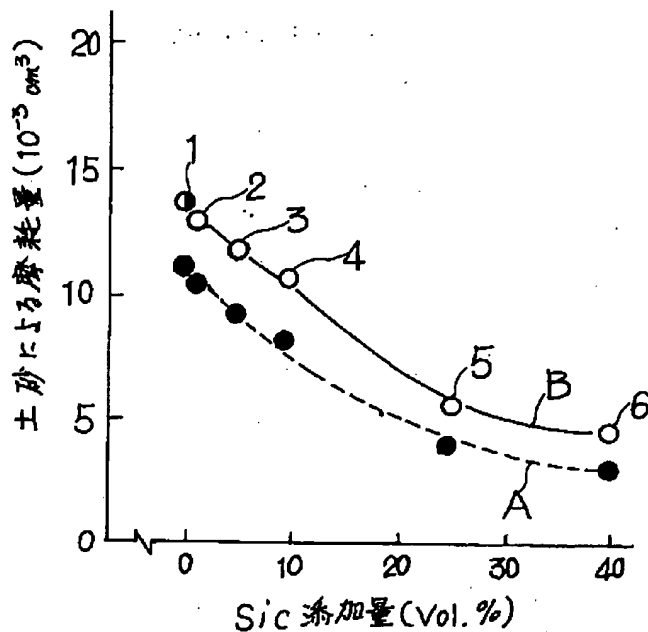


第2-b図



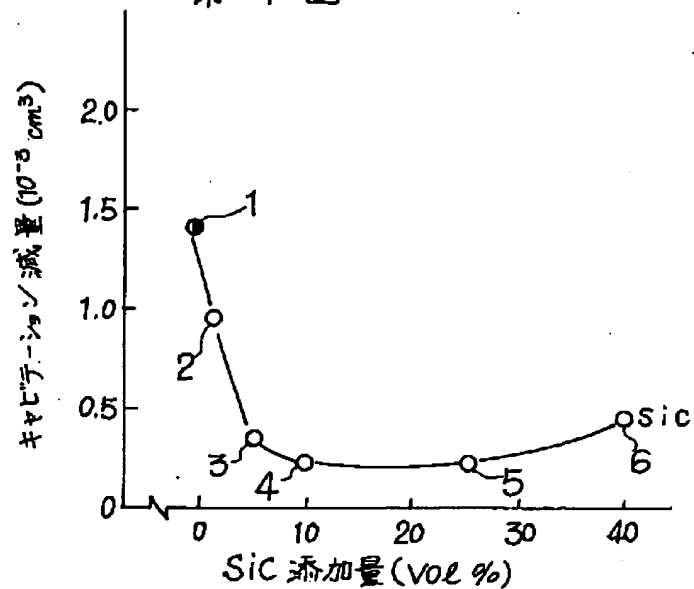
図面の浄書 (内容に変更なし)

第 3 図



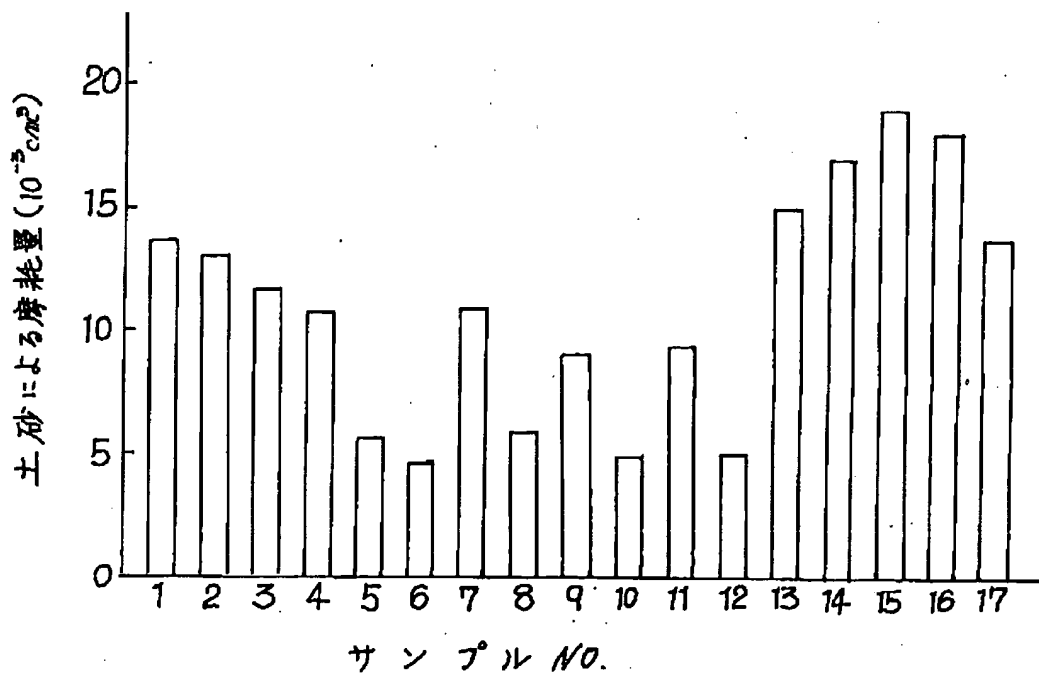
図面の浄書 (内容に変更なし)

第 4 図



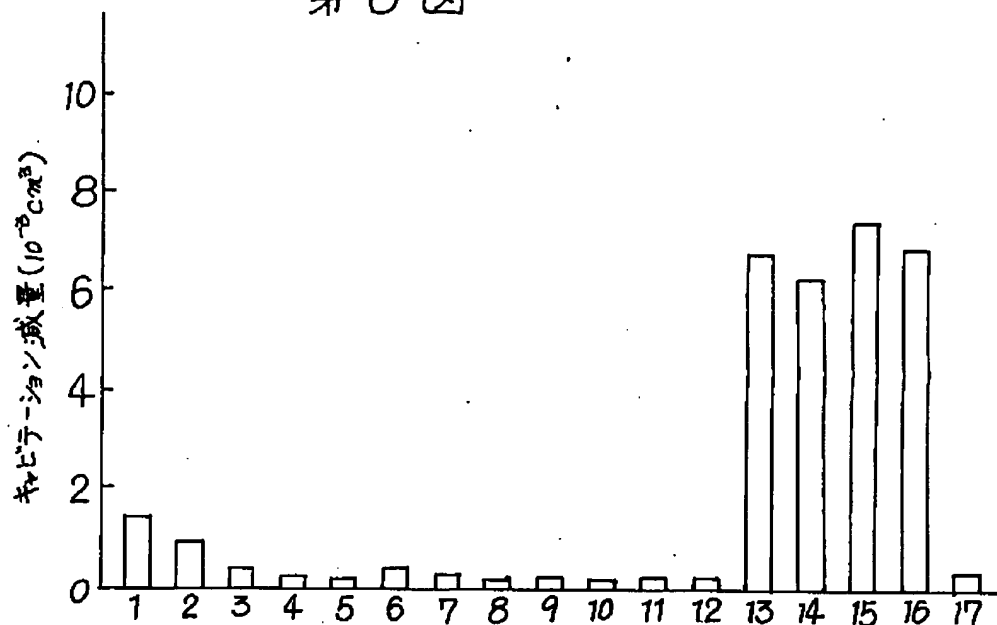
図面の浄書 (内容に変更なし)

第 5 図



図面の浄書 (内容に変更なし)

第 6 図



第 7 図

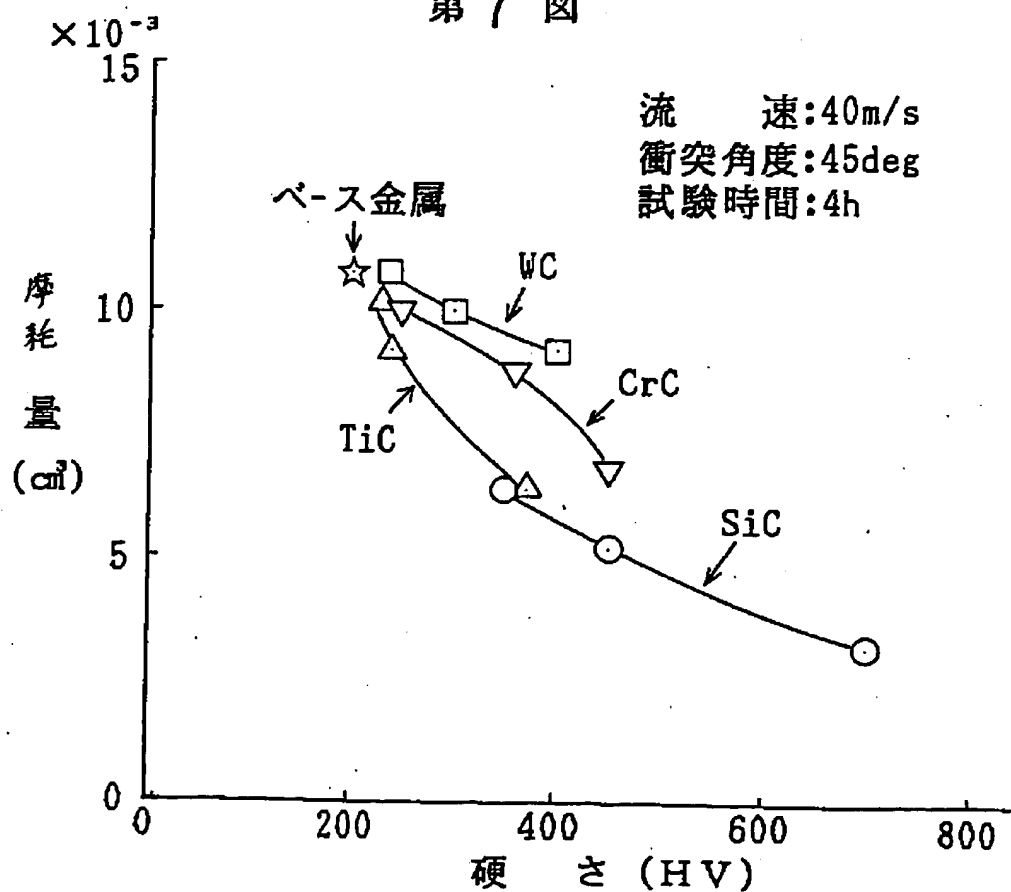
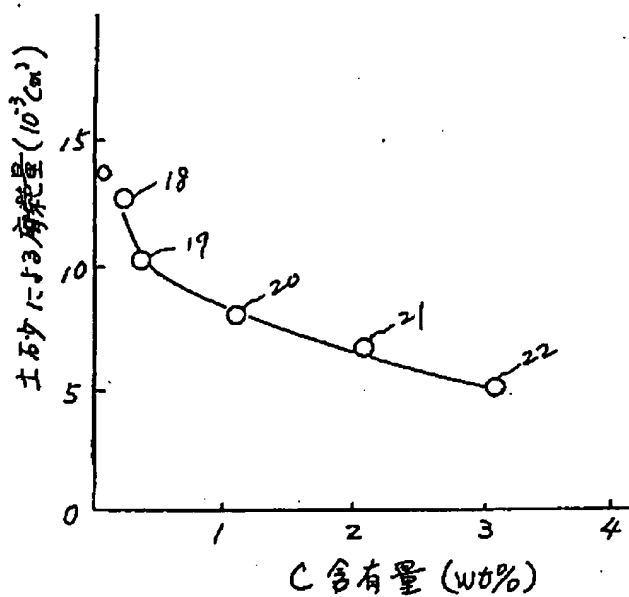
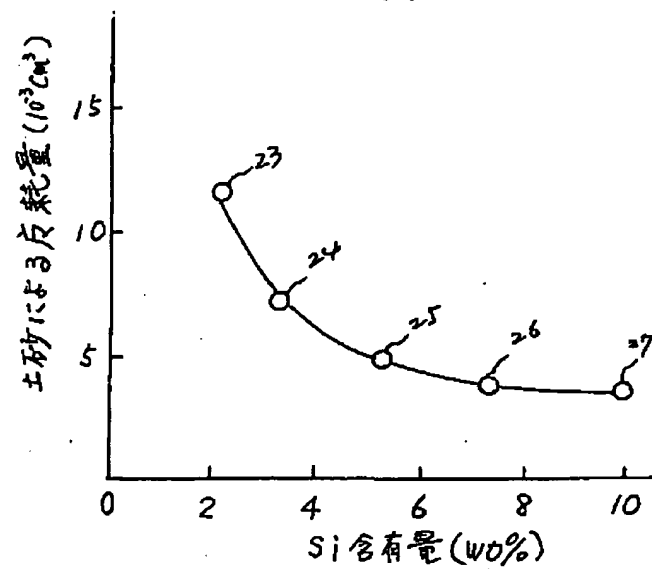


図 硬さと摩耗量との関係(摩耗損傷)

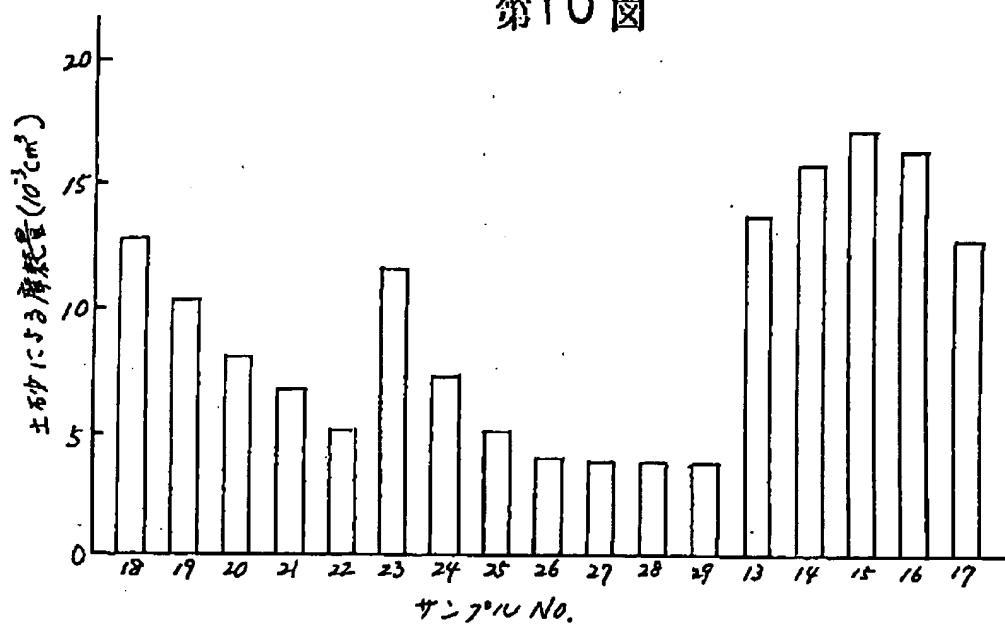
第 8 図



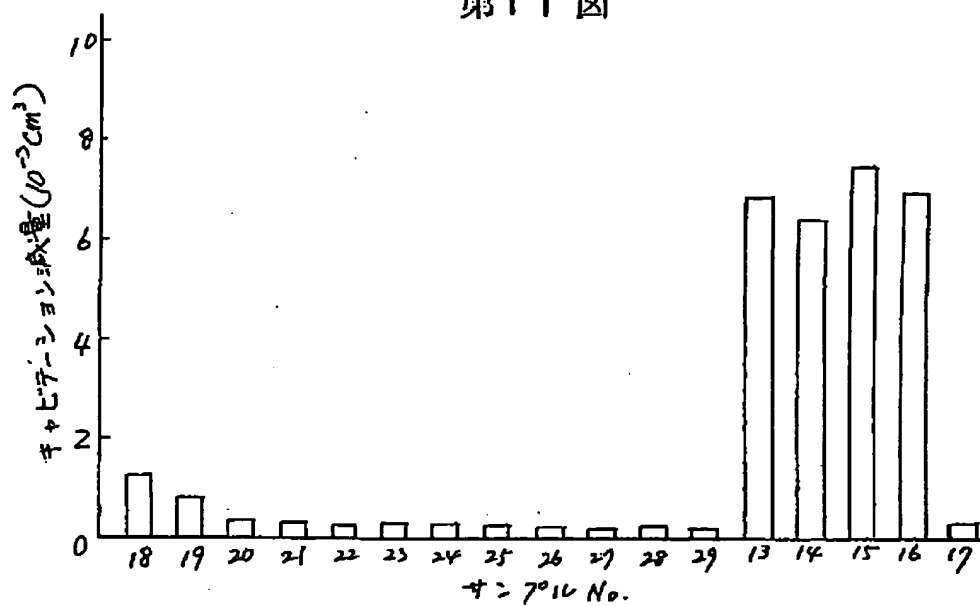
第 9 図



第10図

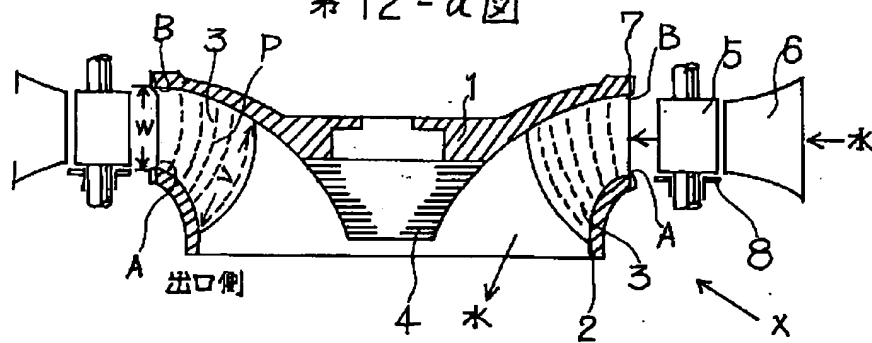


第11図

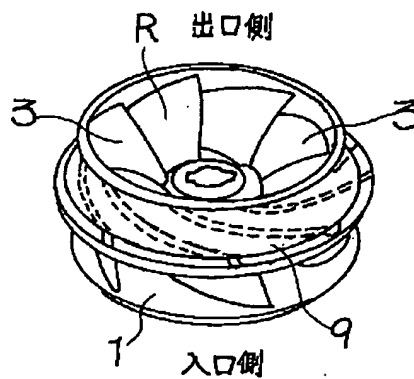


図面の浄書（内容に変更なし）

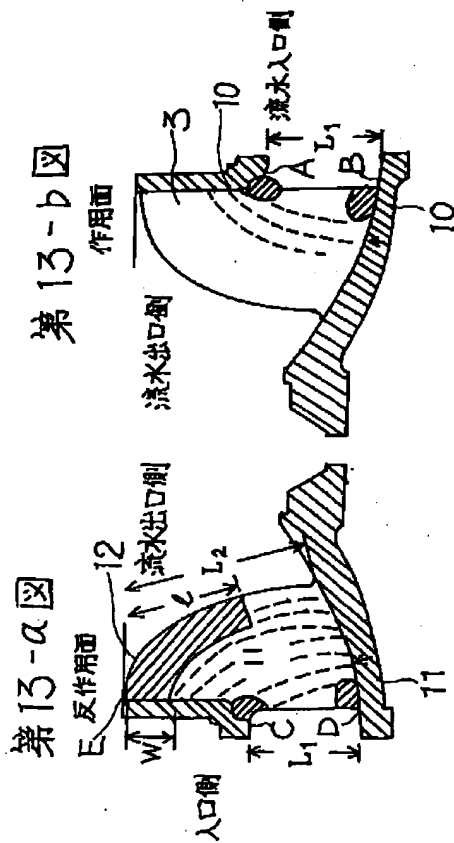
第 12-a 図



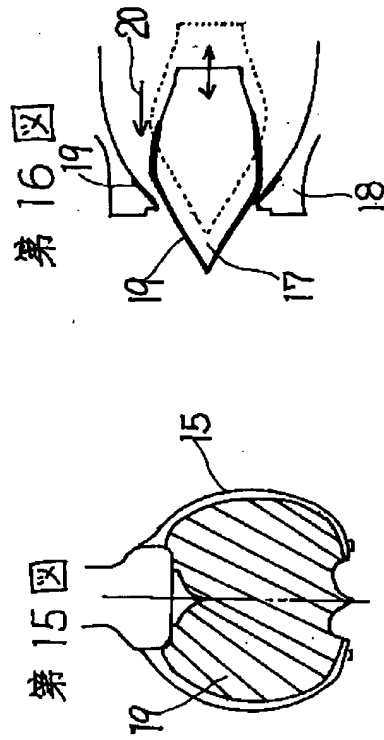
第 12-b 圖



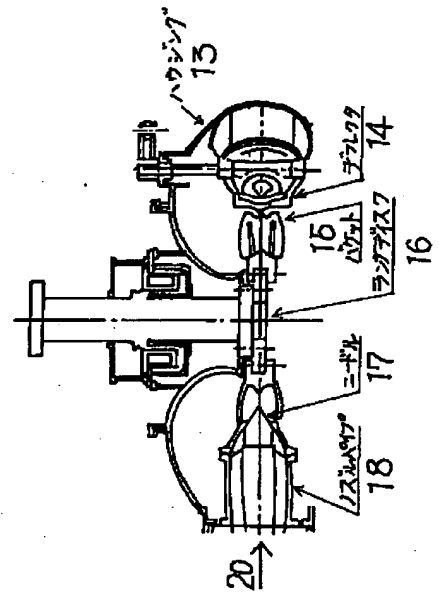
図面の浄書 (内容に変更なし)



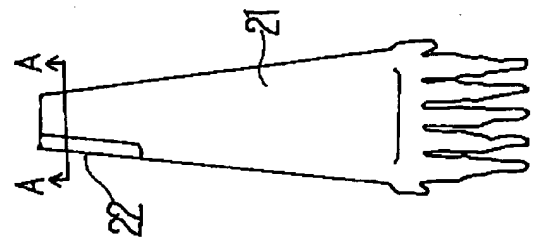
図面の浄書 (内容に変更なし)



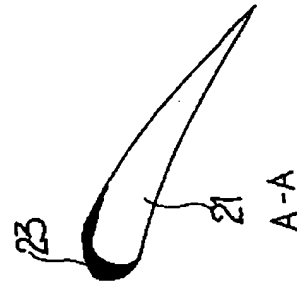
第14図



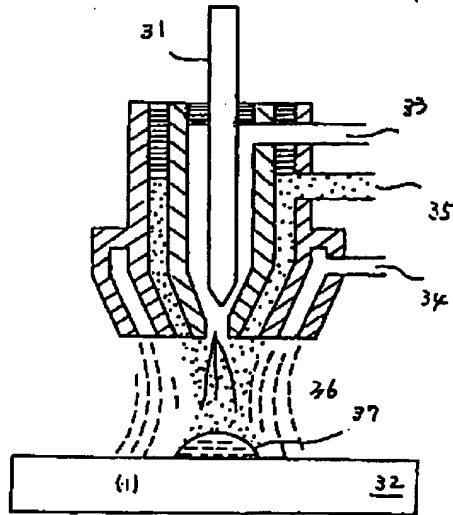
第17-a図



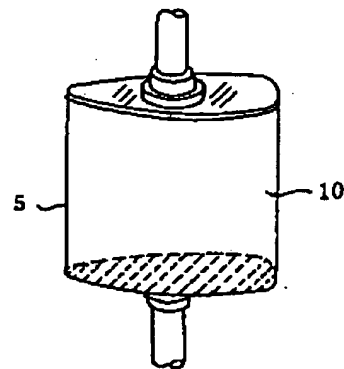
第17-b図



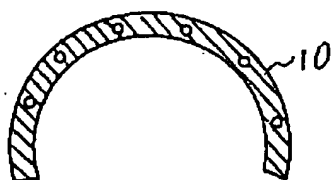
第18図



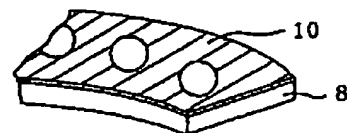
第19図



第20-a図



第20-b図



第1頁の続き

⑤Int. Cl.⁵

B 23 K 35/32
C 22 C 38/00
38/58

識別記号

3 0 2 X

庁内整理番号

B 7217-4E
X 7047-4K

- ⑫発明者 佐藤 護之良 茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内
⑫発明者 菊地 啓造 茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内
⑫発明者 平賀 良 茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所知的所有権本部内

手続補正書 (方式)

平成2年11月26日

特許庁長官 植松 敏 殿

1. 事件の表示 平成2年特許願第210329号
2. 発明の名称 耐エロージョン性被覆材とその形成方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
名 称 (510) 株式会社 日立 製作 所
代表者 三 田 勝 茂

4. 代理人

〒105
住 所 東京都港区西新橋3丁目15番8号
西新橋中央ビル302号 電話(437)3467
氏 名 弁理士(7850) 中 本 宏
(ほか1名)



5. 補正命令の日付

平成2年10月15日(発送日:平成2年10月30日)

6. 補正の対象

(1) 図面の 第3~6図及び第12~17図

方式 審査 関

7. 補正の内容

(1) 別紙のとおり(内容に変更なし)

